

PENGARUH PENGELASAM SMAW TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN HARDNESS DENGAN VARIASI ARUS 80, 90, DAN 100 AMPER PADA BAJA STAINLES 308

Lukmanul Hakim

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Variasi Arus 80, 90, Dan 100 Amper dengan jenis elektroda E308 pada las SMAW terhadap kekuatan impact dan hardness. Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah stainless 308. Dalam penelitian ini diameter specimen tinggi 10 mm, tebal 10 mm, dan panjang 55 mm. Kampuh yang digunakan adalah kampuh V terbuka dengan sudut kampuh 60°. Dan bentuk spesimen benda uji mengacu pada standar ASTM. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian impact dan hardness.

Data dari hasil penelitian impact bahwa nilai harga impact yang paling tinggi didapatkan pada raw material yaitu 2,843 J/mm² dan pada weld metal adalah arus 100 Amper yaitu 2,639 J/mm². Maka nilai harga impact yang lebih tinggi didapati raw material jadi hasil penelitian ini bahwa hasil raw material lebih bagus dibanding weld metal. Hasil pengujian hardness memperlihatkan bahwa variasi arus 80,90,dan 100 Amper pada baja stainless 308 hampir sama yaitu pada raw material dengan rata-rata 160,3728 Kg/mm. (3,4 mm) dan pada arus 100 Amper yaitu 151,0535 Kg/mm (3,5 mm).

Kata Kunci: Variasi arus, Baja Stainless, impact dan hardness.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Proses pengelasan adalah proses pengelasan penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat tanpa pemberian tekanan dan tanpa pemakain bahan pengisi. Energi pembangkit panas dapat dibedakan menurut sumbernya: listrik, kimiawi optis, mekanis, dan bahan semi konduktor. Panas digunakan untuk mencairkan logam dasar dan bahan pengisian agar terjadi aliran bahan (atau terjadi peleburan). Selain itu, panas dipakai untuk menaikkan daktilitas sehingga aliran plastis dapat terjadi walaupun bahan tidak mencair, lebih jauh lagi, pemanasan membantu penghilangan kotoran pada bahan.

Faktor yang mempengaruhi pengelasan adalah penyusutan, jika las titik diberikan secara menerus pada suatu pelat, maka akan mengalami disorsi (perubahan geometri). Disorsi ini akan terjadi jika tidak berhati-hati baik dalam perancangan sambungan maupun prosedur pengelasan.

Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas (TIG, MIG, las busur CO₂) las busur tanpa gas, las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus

salah satunya adalah las SMAW (Shielding Metal Arc Welding). (Wiryosumarto, 2000)

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau /Direct Cwrrwe (DC), mesin las arus bolak balik atau Alternating Cwrrrent (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC), Mesin Las anus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logat gas mulia). Baja paduan rendah biasa digunakan untuk pembuat pelat tipis dan rangka umum (Wiryostitmarto, 2000)

Baja carbon sifatnya tergantung dari kadar karbonnya, bain karben inue (kadar karbon 0,43-1,70%) dan baja karbon rendah kadar karbon kurang dari 0,30%). Baja carbon dengan kadar 0.30% dimana tebal plainnya kurang lebihnya sekitar 1 inchi, maka pengelasan dapat dilakukan tanpa permanaen sebelum maupun sesudah pencairannya (Ir suharto, 1991). Baja karbon rendah baja yang mudah di las sehingga dapat dipakai semua teknik pengelasan, baja karbon tinggi karena mudah menjadi keras dan hydrogen difusi menyebabkan baja kabon untuk peka terhadap retak las perlu dilakukan pemanasan mula. Baja ini dapat dilas dengan las busur, tetapi pemilihan elektroda harus diperhatikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan alasan tersebut di atas, maka permasalahan yang timbul adalah Bagaimana pengaruh pengelasan terhadap kekuatan impak dan hardness dengan Variasi Arus 80, 90, dan 100 Amper pada baja stainless 308.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan bahan baja Stainless 308 yang diberi arus 80, 90, dan 100 Amper dengan menggunakan las SMAW (Shielded Metal Arc Welding), dengan elektroda E308 Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 60° dengan pengujian kekuatan impak dan kekerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh kuat arus pengelasan pada baja Stainless 308 Terhadap kekuatan impak (impact strenght).
2. Untuk mengetahui pengaruh kuat arus pengelasan pada baja Stainless 308 Terhadap kekerasan (hardness).

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya pengelasan, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

- a. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya bidang pengelasan.
- b. Sebagai informasi bagi Industri untuk meningkatkan kualitas hasil pengelasan.
- c. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengelasan

Pengelasan yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan busur nyala listrik (SMAW), beberapa Industri yang mempergunakan teknologi canggih, telah menggunakan jenis las TIG, MIG dan las tahanan listrik (ERW), serta las busur terendam (SMAW).

Pada las titik, logam (plat) yang akan disambungkan dijepit dengan elektroda dari paduan tembaga dan kemudian dialiri arus listrik yang besar dalam waktu yang sangat singkat. Karena aliran listrik antara kedua elektroda tersebut harus melalui (logam) plat yang dijepit, maka pada tempat jepitan timbul panas yang menyebabkan logam di tempat tersebut mencair dan tersambung. Pada tempat kontak antara elektroda dan logam

(plat) juga terjadi panas karena tahanan listrik, tetapi tidak sampai mencairkan logam karena ujung-ujung elektroda didinginkan. Yang terdapat dalam mesin las merubah tegangan arus bolak-balik dari 110 volt atau 220 volt menjadi 4 volt sampai 12 volt dan arusnya menjadi cukup besar sehingga dapat menimbulkan panas.

Logam yang mencair tadi akan menjadi dingin dan terbentuk sambungan dibawah tekanan gaya elektroda agar tidak terjadi busur antara elektroda dan sambungan siklus pengelasan titik dimulai ketika elektroda menekan plat dimana arus befum dialirkan. Waktu proses ini disebut waktu tekan (squeeze time). Setelah itu arus dialirkan ke elektroda sehingga timbul panas pada pelat diposisi elektroda waktu sehingga terbentuk sambungan las. Waktu proses ini disebut pengelasan (heat or weld time).

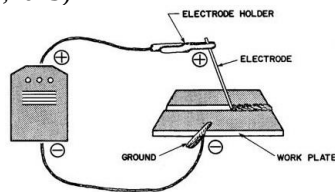
Setelah itu arus dihentikan namun tekanan tetap ada dan proses ini disebut waktu tenggang (hold time). Kemudian logam dibiarkan mendingin sampai sambungan menjadi kuat dan tekanan dihilangkan dan plat siap dipindahkan untuk selanjutnya proses pengelasan dimulai lagi untuk titik yang baru.

Terwujudnya standar-standar teknik akan membantu pengelasan memperluas ruang lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang akan dilas. Untuk dapat mengetahui pengaruh hasil pengelasan SMAW pada pelat baja stainless 308 terhadap uji kekerasan dan ketangguhan dari pengelasan maka perlu dilakukan pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan pelat baja stainless 308 ini adalah pelat baja standar Amerika dari ASTM yang termasuk baja karbon rendah dengan nilai carbon 0,17. Proses pengelasan yang dilakukan peneliti menggunakan pengelasan manual.

2.2 Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Las SMAW merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput. Didalam pengelasan SMAW ini terjadi gas penyelimut ketika elektroda terselaput itu mencair, sehingga dalam proses ini tidak diperlukan tekanan/pressure gas inert untuk mengusir oksigen atau udara yang dapat menyebabkan korosi atau gelembung-gelembung didalam hasil las-lasan. Proses pengelasan terjadi karena arus listrik yang mengalir diantara elektroda dan bahan las membentuk panas sehingga dapat mencapai 4000 °C, sehingga membuat elektroda dan bahan yang akan dilas mencair. Berdasarkan jenis arus-nya, pengelasan ini dibagi atas arus AC dan DC, dimana arus DC dibedakan atas Straight polarity polaritas langsung dan Reverse polarity polaritas terbalik. Sedang mesin lasnya Terbagi atas dua jenis yaitu constant current arus tetap dan constant voltage tegangan tetap, dimana pada setiap pengelasan

busur arus listrik jika terjadi busur yang membesar akan menurunkan arus dan menaikkan tegangan serta pada busur yang memendek akan meningkatkan arus dan menurunkan tegangan. (Daryanto,2013)



Gambar 1. Prinsip Kerja Las SMAW

2.3 Elektroda Las SMAW

Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (fluks) dan tidak berselaput. Fungsi dari fluks adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur. Bahan fluks yang digunakan untuk jenis E308 adalah kalium titanida sedang. Elektroda tebungkus adalah kawat polos yang dibungkus dengan fluks, elektroda dengan lapisan fluks yang tipis biasanya digunakan untuk mesin las arus DC, sedangkan lapisan fluks yang tebal biasanya untuk mesin las arus AC.



Gambar 2. Elektroda E308-16

Dalam pelaksanaan pengelasan memerlukan juru las yang sudah berpengalaman. Sifat mampu las fluks ini sangat baik maka biasa digunakan untuk konstruksi yang memerlukan tingkat pengaman tinggi. Spesifikasi elektroda yang digunakan, pada tabel di bawah ini:

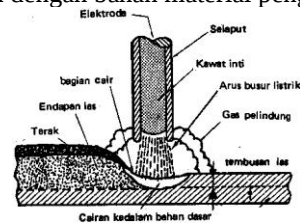
Tabel 1. Komposisi Unsur Pada Elektroda NSN-308

UNSUR	NSN-308
Carbon (C)	0.058
Manganese (Mn)	1.28
Silicon (Si)	0.62
Phosphorus (P)	0.028
Sulphur (S)	0.010
Nickel (Ni)	9.43
Chromium (Cr)	19.70

Berdasarkan jenis elektroda dan diameter kawat inti elektroda dapat ditentukan kuat arus dalam ampere dari mesin las. Elektroda adalah bagian ujung (yang berhubungan dengan benda kerja) rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas.

Dalam pengelasan penelitian ini menggunakan elektroda E308-16 karena kecocokan terhadap bahan material, untuk mendapatkan

pengelasan yang baik maka elektroda harus disesuaikan dengan bahan material pengelasan.



Gambar 3. Skematis Elektroda Las SMAW

Fungsi dan kegunaan skematis atau salut elektroda adalah:

- Mencair dan mengapung di atas kolam las sehingga melindungi cairan baja dari reaksi dengan zat asam menjadi oksida.
- Cairan coating (flux) membeku di atas lajur las membentuk slag atau terak dan berfungsi untuk melindungi lajur las panas dari reaksi dengan zat asam.
- Coating sewaktu mencair juga menghasilkan asam yang berfungsi mengusir udara dari lingkungan busur las.
- Coating juga berfungsi untuk menstabilkan busur karena proses ionisasi yang terjadi.
- Coating berfungsi pula untuk menambah bahan additive guna meningkatkan kekuatan bahan las.

2.4 Material Baja Stainless

Baja Stainless 308 merupakan jenis plat yang banyak digunakan untuk, peralatan dapur, rangka, canopy bangunan dan juga sebagai pipa penyalur gas dan minyak bumi dalam industri minyak dan gas. Plat SS308 Memiliki kekuatan tarik minimum (yield strength) sebesar 240 MPa atau sama dengan 34800 psi. Plat ini merupakan jenis baja karbon sedang dengan kandungan karbon maksimum 0,30 % . Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit unsur lainnya misalnya: Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifatnya tergantung dari kadar karbonnya, sehingga dibedakan menjadi baja karbon tinggi (kadar karbon 0,45-1,70%) dan baja karbon rendah (kadar karbon kurang dari 0,30%).

2.5 Weldability

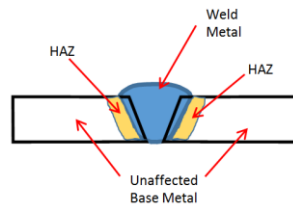
Menurut istilah termonologinya weldability adalah kemampuan untuk membentuk gabungan atau penyambungan kuat akibat terjadinya pembekuan dari kondisi yang mencair. Lebih operasional weldability adalah kebiasaan untuk disambung dengan proses pengelasan dan menghasilkan penyambungan yang memuaskan.

Hal mana di sebabkan oleh beberapa unsur yang mempengaruhinya, kemampuan penguapan logam cair terutama sekali terhadap elemen non logam yang menyebabkan kualitas dari hasil las rendah (misalnya mudah terjadi korosi,

terjadi rongga-rongga di dalam logam las, getas). Tetap ekspansi panas yang tinggi atau perubahan bentuk atau kontraksi dari las-lasan akibat pendinginan, konduktivitas panas atau kemampuan penghantar panas dari titik lasan cair atau weldpool atau daerah lasan menuju kepada logam induk yang dingin.

2.6 Heat Input

Pencairan logam induk dan logam pengisi memerlukan energi yang cukup. Energi yang dihasilkan dalam operasi pengelasan dihasilkan dari bermacam-macam sumber tergantung pada proses pengelasannya. Pada pengelasan busur listrik, sumber energi berasal dari listrik yang diubah menjadi energi panas. Energi panas ini sebenarnya hasil kolaborasi dari arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Parameter ketiga yaitu kecepatan pengelasan ikut mempengaruhi energi pengelasan karena proses pemanasannya tidak diam akan tetapi bergerak dengan kecepatan tertentu. Pada proses pengelasan terdapat tiga daerah seperti terlihat pada gambar logam las.



Gambar 4. Daerah Lasan

- Base Metal (logam induk), merupakan bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan perubahan struktur dan sifat.
- Logam las, merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku.
- Daerah pengaruh panas atau heat affected zone (HAZ), merupakan logam dasar yang bersebelahan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat.

Selain ketiga pembagian tersebut masih ada satu daerah khusus yang membatasi antara logam las dengan daerah pengaruh panas yang disebut batas las atau daerah fusi (fusion line). Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi tiga parameter yaitu arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter itu menghasilkan energipengelasan yang sering disebut heat input. Energi panas dari las busur dapat di hitung dari input listrik dan diekspresikan dalam bentuk jumlah dari panas las perunit panjang las, sebagai berikut: (Daryanto,2013)

$$HI = \frac{1 \times V \times 60}{\text{Kecepatan Pengelasan} \times 1000} = \text{hasil} \times 0,8$$

Keterangan:

(HI) Heat Input (Joule)

(V) Kecepatan pengelasan (mm/min)

(1) Arus pengelasan (Ampere)

Dari persamaan itu dapat dijelaskan beberapa pengertian antara lain, jika kita menginginkan masukan panas yang tinggi maka parameter yang dapat diukur yaitu arus las dapat diperbesar atau kecepatan las diperlambat. Besar kecilnya arus las dapat diukur langsung pada mesin las. Tegangan las umumnya tidak dapat diatur secara langsung pada mesin las, tetapi pengaruhnya terhadap masukan panas tetap ada.

2.6 Carbon Equivalent

Peningkatan setara karbon logam dasar menggunakan persamaan berikut;

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

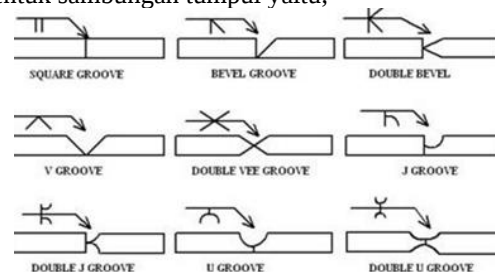
2.7 Kampuh Las

Untuk menghasilkan hasil Las Listrik yang mempunyai kualitas yang baik, sudah seharusnya teknisi (Tukang Las) memperhatikan beberapa hal yang terkait dengan Las Listrik diantara yang berpengaruh dalam pengelasan Listrik adalah Kampuh las. Kampuh las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang merekat ke benda kerja. Dengan demikian kekuatan las akan lebih terjamin.

Sedangkan jenis kampuh las yang dipakai pada tiap pengelasan tergantung pada:

- Ketebalan benda kerja
- Jenis benda kerja
- Kekuatan yang diinginkan
- Posisi pengelasan

Sambungan las dibedakan menjadi tiga yaitu; sambungan tumpul, pinggir dan tumpang. Sambunga tumpul adalah di mana kedua bidang yang akan di sambung dihadapkan satu sama lain, bentuk sambungan tumpul yaitu;



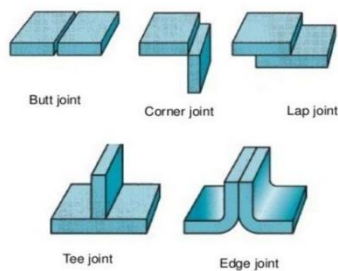
Gambar 5. Jenis Kampuh Lasan

2.8 Desain Sambungan Las

Desain sambungan las dan bentuk sambungan (welding joint), serta bentuk dan ukuran alur las dalam konstruksi untuk merancang sambungan las adalah:

- Persyaratan umum atau spesifikasi mutu (kekuatan) yang diinginkan.
- Bentuk dan ukuran konstruksi las.
- Tegangan timbul akibat pengelasan (residual stress), maupun tegangan yang diperhitungkan akan timbul akibat pemakaian (pembebanan).
- Jenis proses las yang boleh dipakai.

Beberapa standar telah mengatur jenis-jenis sambungan, ada sembilan jenis alur sambungan (kampuh) las yang utama seperti pada gambar dibawah ini:



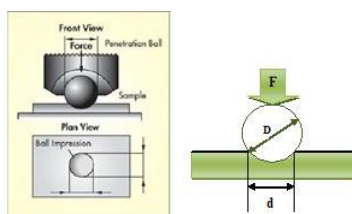
Gambar 6. Jenis Sambungan Las

2.9 Hardness Testing

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical properties) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (frictional force) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Pengujian kekerasan dengan metode Brinnel bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian Brinnel diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kgf. Indentor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten. Uji kekerasan brinnel dirumuskan dengan :

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

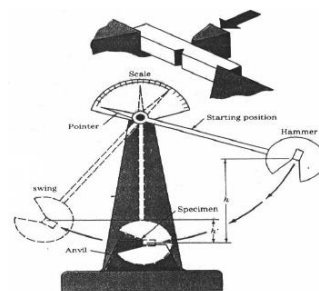


Gambar 7. Pengujian Brinnel

2.10 Pengujian Impak

Pengujian impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapial loading). Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan, dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan.

Ada dua macam metode uji impak yakni metode charpy dan izod, perbedaannya hanya pada penempatan specimen. (horizontal dan vertikal)



Gambar 8. Pengujian Impak Charpy

$$A_o = a \times b$$

Dimana:

A_o = Luas penampang (mm²)

a = Dalam lekukan (mm)

b = Tinggi spesimen uji (mm)

4. Pembahasan

4.1 Hasil

Komposisi material adalah pengujian yang dilakukan dengan maksud untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam bahan. Pada baja unsur yang berpengaruh dalam penguatan baja yang dominan adalah karbon rendah, Stainless steel yang paling umum digunakan adalah paduan austenitik dasar. Memiliki kandungan kromium dan nikel yang lebih tinggi untuk meningkatkan ketahanan korosi.

Tabel 2. Komposisi Stainless Steel 308

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
0,08	2,00	1,00	19,0-21,0	10,0-12,0	0,045	0,03

4.2 Uji Impak

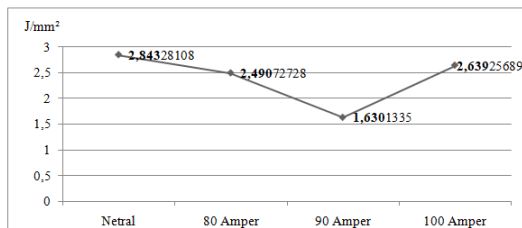
Pengujian impact ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan impak pada material baja stainless 308.

Tabel 3. Hasil Pengujian Impak (Sudut Akhir)

Specimen	Netral	80 Amper	90 Amper	100 Amper
Sudut Akhir	82	93,5	78,5	76
Cos β (°)	0,949	0,733	- 0,999	0,824

Maka, Hasil Impak Adalah $HI = E/A \text{ (J/mm}^2\text{)}$

- HI 80 Amper = $249,0727281 \text{ N/m} / 100 \text{ mm}^2 = 2,49072728 \text{ J/mm}^2$
- HI 90 Amper = $163,01335 \text{ N/m} / 100 \text{ mm}^2 = 1,6301335 \text{ J/mm}^2$
- HI 100 Amper = $263,92568895 \text{ N/m} / 100 \text{ mm}^2 = 2,63925689 \text{ J/mm}^2$
- HI Netral = $284,3281077 \text{ N/m} / 100 \text{ mm}^2 = 2,84328108 \text{ J/mm}^2$



Gambar 9. Grafik Nilai Rata-Rata Pengujian Impak

Dari data hasil pengujian impack pada raw material dan hasil pengelasan baja stainless 308 menggunakan jenis elektroda 308 dengan arus 80, 90, 100A di dapat nilai rata-rata harga impack pada weld metal lebih rendah dari pada raw material (Netral) yaitu $2,843 \text{ J/mm}^2$.

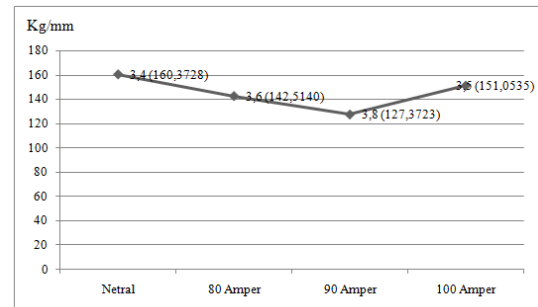
Dari hasil pengujian impack selain pada raw material dan hasil pengelasan baja stainless 308 menggunakan jenis elektroda 308 dengan arus 80, 90, 100A di dapat nilai harga impack yang paling tinggi adalah pada specimen material 100 Amper yaitu $2,639 \text{ J/mm}^2$. Dan nilai yang paling rendah pada specimen material 90 Amper yaitu $1,630 \text{ J/mm}^2$.

4.3 Hardnes Test

Hasil dari penekanan indentor atau penetrator yang berupa bola baja yang dikeraskan ini adalah jejak atau lekukan berbentuk tembereng bola pada permukaan spesimen. Metode brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja indentor yang ditekan pada permukaan material uji tersebut specimen. Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja berukuran 10 mm kemudian ditekan dengan beban 1500 Kg. Beban ditekan pada material dengan waktu 15 detik, sebelum melakukan percobaan ini sebaiknya specimen dibersihkan dahulu dari kotoran atau debu-debu yang menempel agar tidak terjadi perubahan hasil pengujian.

Tabel 5. Hasil Pengujian Hardness Test

Jenis Material	Sudut (°)	BHN (mm)	BHN (Kg/mm)
Stainless Steel 308	60	3,4	160,3728
100 Amper	60	3,5	151,0535
90 Amper	60	3,8	127,3723
80 Amper	60	3,6	142,5140



Gambar 10. Hasil Pengujian Hardness Brinell

Dari data hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwasanya Nilai tertinggi dalam pengujian hardness variasi arus 80, 90, dan 100 amper adalah pada arus 100 amper yaitu $3,5 \text{ mm}$ ($151,0535 \text{ Kg/mm}$)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- Hasil penelitian impak dengan material variasi arus 80, 90, dan 100 Amper, bahwa nilai harga impack yang paling tinggi didapatkan pada raw material (Netral) yaitu $2,843 \text{ J/mm}^2$ dan pada weld metal harga impack yang paling tinggi adalah pada arus 100 Amper yaitu $2,639 \text{ J/mm}^2$.
- Hasil penelitian hardness/kekerasan dengan metoda brinell dengan pengelasan smaw pada specimen baja stainless 308 dengan variasi arus 80, 90, dan 100 Amper, didapatkan nilai paling tinggi adalah pada raw material (netral) yaitu $160,3728 \text{ kg/mm}$ atau dengan besar diameter jejak $3,4 \text{ mm}$. Dan pada weld metal nilai tertinggi adalah pada arus 100 Amper yaitu $3,5 \text{ mm}$ ($151,0535 \text{ Kg/mm}$)

Daftar Pustaka

- [1] ASMME Avier and presnre wesel code SECTION IX welding hraing and fusing (ualingheaion 2017).
- [2] Aset B.H Ostwald, P.F, Bageman, M.L, Djaprie, S, Teknologi Mekanik, Edisi ketujuh, versi SI, Jakarta; PT.Erlangga, 1985.
- [3] Boentor Bengkel teknik las listrik.cetakan ketiga. Solo; CV.Aneka, 1997.
- [4] Decyanto, Felnik las, Cetakan kedua, penerbit Alfabeta, Bandung 2103.
- [5] Harsono wiryoro sumarto, Toshio okumura teknologi pengelasan logam. Pradnya paramita, Jakarta, 1979.

- [6] Shart Teknologi pengelasan logam, cetakan pertama, Penerbit, Rineka cipta, Jakarta, 1991.
- [7] Marihot, G, Mengelas logam dan pemilihan kawat las. PT. Gramedia, Jakarta, 1984.
- [8] Siregar ferdinal L. Kekeuatan bahan, Erlangga, Jakarta, 1995.
- [9] Soctarjo, Petunjuk praktek las asitelin dan las listrik, cetakan pertama, Surabaya, SIC, 1997.
- [10] Soeweify, Buku pedoman praktikum teknologi las, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2001.
- [11] Sonswan, H, Las listrik SMAW dan pemeriksaan hasil pengelasan, alfabeta, Bandung, 2003.
- [12] Wiryosumarto, Harsono, Teknologi Pengelasan Logam, Paramita, Jakarta.2000.